

## Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van ... y mientras tanto qué hacemos con ellas

**Juan Ignacio Pozo**

El artículo presenta una síntesis de las aportaciones actuales de la psicología cognitiva al estudio del origen y la naturaleza de las ideas del alumnado sobre la ciencia. Tras mostrar la funcionalidad de esas ideas para la predicción y control de los acontecimientos que ocurren en nuestro entorno, se clasifican esas ideas en tres grandes grupos en función de su origen (sensorial, cultural y escolar). Finalmente, se propone un tratamiento curricular de las ideas previas de los alumnos dirigido no tanto a que sean abandonadas y sustituidas por conocimientos científicos, como a que se integren en estructuras de conocimientos más complejas y próximas a las teorías científicas.

**Palabras clave:** Ciencias experimentales, Psicología cognitiva, Alumnado, Enseñanza de las ciencias, Teoría científica, Conocimiento sensorial, Conocimiento cultural, Conocimiento escolar

(1) Como muestra el artículo anterior, en las dos últimas décadas la investigación sobre el aprendizaje y enseñanza de las ciencias se ha visto influida, cuando no dominada, por la existencia de ideas muy persistentes y extendidas entre los alumnos y alumnas sobre muchos de los fenómenos científicos que estudian, ideas que muchas veces no sabemos de dónde vienen y, lo que es peor, la más de las veces tampoco sabemos a dónde van, es decir, qué pasa con ellas después de la enseñanza que reciben los estudiantes. ¿Por qué tienen los alumnos ideas sobre los fenómenos científicos antes incluso de estudiar ciencias? ¿Cómo y dónde se adquieren esas ideas, de dónde vienen? ¿Todas las ideas tienen la misma naturaleza? ¿Son siempre erróneas? ¿Tras la enseñanza de la ciencia, siguen ahí, se abandonan o cambian?... y mientras tanto ¿qué hacemos con ellas día a día en el aula?

Estas son algunas de las preguntas que en estos veinte años de investigación se han ido abriendo paso en la mente de los investigadores y, cada vez más, entre los profesores que van tomando conciencia de su relevancia y significado didáctico. Algunas tienen ya respuestas bastante firmes, o al menos comúnmente asumidas. Otras sólo admiten conjeturas. Trataremos en las próximas páginas de esbozar unas y otras, asumiendo que en una síntesis tan apretada no caben todos los matices con que nos gustaría presentar estas respuestas. Si estas pinceladas generales resultan sugerentes, esos matices pueden encontrarse de forma pormenorizada en otras fuentes (por ejemplo, Claxton, 1991; Pozo, 1994; Pozo y cols., 1991; Rodrigo, Rodríguez y Marrero, 1993; o en inglés Black y Lucas, 1993).

### POR QUÉ EL ALUMNADO TIENE IDEAS SOBRE LA CIENCIA: TODO EMPEZÓ EN LA CUNA

Muchos profesores perciben, no sin razón, esas creencias e ideas informales que los alumnos traen al aula de ciencias, casi siempre "erróneas", como un enemigo más a combatir, la gota que colma el vaso de su paciencia y sus recursos didácticos. No hay sólo que afrontar la apatía de los alumnos, su falta de motivación, sus limitaciones cognitivas en el razonamiento y la comprensión, sino que además hay que enfrentarse a un ejército fantasmal de ideas muy arraigadas, aunque no siempre bien conocidas, que interfieren el aprendizaje de la ciencia y hacen aún más difícil la asimilación de las teorías y modelos científicos.

Tal vez esta impresión de agobio pueda suavizarse un poco si concebimos todas estas dificultades de aprendizaje no como problemas diferentes que hay que enfrentar por separado, sino como diferentes manifestaciones de un mismo problema, la desconexión entre el conocimiento que los estudiantes generan para dar sentido al mundo que les rodea, un mundo de objetos y personas, y el conocimiento científico, plagado de extraños símbolos y conceptos abstractos referidos a un mundo más imaginario que real. Mientras que el conocimiento que los alumnos traen al aula se refiere al mundo cotidiano, un *mesocosmos* (ese mundo intermedio en el que todos vivimos, compuesto de objetos y cosas reales, de contorno bien definidos y perceptibles, que se pueden tocar, ver, coger, y en el caso del bebé, chupar y saborear) trazado por las coordenadas espacio-temporales del aquí y ahora, la ciencia que se les enseña se mueve más en la "realidad virtual" del microcosmos (células, partículas y otras entidades mágicas y no observables) y del macrocosmos (modelos idealizados, basados en leyes universales, no vinculados a realidades concretas, cambios biológicos y geológicos que se miden en miles, si no millones de años, sistemas en interacción compleja, etc.). Sólo una relación entre estos diferentes niveles de análisis de la realidad, basada precisamente en su diferenciación, puede ayudar a los estudiantes a comprender el significado de los modelos científicos, y, desde luego, a interesarse por ellos. Para esto es necesario comprender cómo se acercan los alumnos a ese mundo de objetos y personas que se agitan a su alrededor, mostrando que ese acercamiento requiere procedimientos, actitudes y conceptos (por utilizar la categorización al uso de los contenidos escolares) bien diferentes de los que requiere el aprendizaje de la ciencia.

En el alumnado la existencia de ideas o concepciones previas bastante arraigadas no es algo que afecte exclusivamente ni a los alumnos ni al aprendizaje de la ciencia. Aunque tal vez sea el área en la que más se ha investigado esas ideas, todos

nosotros poseemos ideas o teorías informales sobre aquellos dominios del *mesocosmos* que afectan a nuestra vida cotidiana. No sólo hay una física, una química, una biología o una geología intuitivas, reflejadas en los próximos artículos, hay también un conocimiento informal sobre el mundo social e histórico, una economía intuitiva o una psicología intuitiva (que todos los que enseñamos tenemos que utilizar para poder manejar el funcionamiento de un aula).

En cualquier dominio que nos resulte relevante, por afectar a nuestra vida cotidiana, tenemos ideas que nos permiten *predecir y controlar* los sucesos, aumentando nuestra adaptación a los mismos. Estas funciones de predicción y control del entorno inmediato tienen un alto valor adaptativo en todas las especies, pero se multiplican en los seres humanos, gracias al aprendizaje y la cultura (Pozo, en prensa). De hecho podemos decir, de acuerdo con la psicología evolutiva, que esta necesidad de predecir y controlar empieza ya en la cuna. Según hipótesis muy recientes y sugestivas, los bebés disponen ya, casi desde el nacimiento, de verdaderas ideas o teorías sobre el mundo de los objetos y las personas (Karmiloff-Smith, 1992). Incluso hay quien cree que "nacen sabiendo" muchas de esas ideas, aunque esto sea más debatible (Pozo, 1994). Lo que está fuera de duda es que para predecir y controlar el movimiento de los objetos que componen su *mesocosmos*, los bebés necesitan "teorías" que predigan y controlen su conducta. Mi hija Beatriz, con seis meses, se sorprendía vivamente cuando una figurita de colorines se adhería mediante un imán a los barrotes metálicos de su cuna. Su "teoría de la gravedad" le decía que la figurita debía caer si no se ponía *sobre* un soporte. Además, los bebés aprenden muy pronto, a controlar ellos mismos el movimiento de los objetos, a manipularlos, investigando cuidadosamente todas sus propiedades, lo que enriquece su "física intuitiva", pero antes incluso han logrado controlarlos, de modo indirecto, mediante su "psicología intuitiva", todo un mundo de sonrisas y lágrimas que logra producir, gracias a los padres, los cambios deseados en el mundo.

Mediante ingeniosos experimentos, basados en buena medida en esa sorpresa que producen los sucesos "moderadamente discrepantes" de las expectativas (una metodología, por cierto, didácticamente recuperable) se han descubierto muchas otras cosas sobre las teorías de los bebés, que no explicaremos aquí (por ejemplo, Karmiloff-Smith, 1992). Lo que sí nos interesa es subrayar la función adaptativa de esas teorías intuitivas, ya desde la cuna, basada en la necesidad imperiosa de predecir y controlar lo que sucede en el mundo que nos rodea. Con el desarrollo cognitivo y la cultura ese mundo se va enriqueciendo y complicando bastante. Al abandonar la cuna todo se hace más incierto y variable. Hay que ir desarrollando múltiples conocimientos para predecir y controlar la gran cantidad de situaciones distintas a las que nos enfrentamos. Al igual que esos conocimientos se diversifican, las fuentes también pueden ser diversas.

## ¿DE DÓNDE VIENEN ESAS IDEAS?: CONOCIMIENTO SENSORIAL, CULTURAL Y ESCOLAR

Una clasificación útil para rastrear la naturaleza de las ideas que los alumnos llevan al aula de ciencias se basa en diferenciar la fuente de la que surge ese conocimiento. Hay tres vías fundamentales mediante las que se adquieren ideas (Pozo y cols., 1991). Aunque estas tres formas de adquisición están, de hecho, en continua interacción, señalaremos por separado sus rasgos principales y los dominios del *mesocosmos* a los que se aplican más fácilmente.

### Origen sensorial: las concepciones espontáneas

Estas concepciones se formarían en el intento de dar significado a las actividades cotidianas y se basarían esencialmente en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a datos recogidos -en el caso del mundo natural- mediante procesos sensoriales y perceptivos. Cada vez que nos enfrentamos a un suceso nuevo, o sea, moderadamente discrepante de nuestras expectativas, iniciamos una búsqueda causal con el fin de encontrar información que nos permita predecir y controlar ese suceso. El origen de estas búsquedas es siempre un *problema*. No toda situación impredecible es un problema; se requiere además una relevancia, una influencia en nuestra vida cotidiana o un interés particular para que alguien viva una situación como un problema (Pozo; Gómez Crespo, 1994). Cuando esto sucede, cuando un objeto no se comporta como esperamos, cuando sucede ese imprevisto, en nuestra vida cotidiana solemos recurrir a ciertas reglas simplificadoras que nos identifican "los sospechosos" habituales, las causas más probables y frecuentes. En lugar de realizar un análisis sistemático y riguroso de posibles variables, como haríamos si estuviéramos haciendo una investigación científica, reducimos el espacio de búsqueda mediante un atajo cómodo que nos facilite una solución aproximada. Aunque estas reglas tienen un alto valor adaptativo (nos proporcionan soluciones inmediatas y frecuentemente acertadas) a veces conducen a errores o "falsas soluciones", como muestran algunos de los ejemplos siguientes. Entre estas reglas o atajos estarían:

a. La *semejanza* entre causa y efecto o entre la realidad que observamos y el modelo que la explicaría. Si hace calor, nos quitamos ropa, ya que la ropa "da calor". Si me duele el estómago, será algo que he comido (pero tal vez no lo sea). En general, los rasgos más observables de la situación afectan más a nuestro razonamiento cotidiano que los menos visibles. Concebimos más fácilmente lo que podemos percibir y generamos modelos isomorfos con nuestra percepción. El modelo debe parecerse a la realidad que percibimos. Si el agua es húmeda, las partículas de agua también serán húmedas. Si un sólido está visiblemente quieto, las partículas que lo componen también estarán inmóviles. Si una planta "transpira" será que está sudando.

b. La *contigüidad espacial*, y si es posible, el contacto físico entre causa y efecto. Si oímos un ruido en la parte trasera del coche buscaremos allí la causa. Pero también podemos creer, como muchos alumnos, que las bombillas más cercanas a la pila en un circuito en serie lucirán con más intensidad, o que la contaminación sólo afecta a las ciudades, ya que en el campo se respira aire puro, con lo que difícilmente entenderemos lo del agujero en la capa de ozono.

c. La *contigüidad temporal* entre la causa y el efecto. Si nos duele la cabeza o el estómago, se deberá a lo último que

hayamos hecho o comido. Si alguien se muestra enfadado con nosotros, buscaremos algún hecho reciente en el que le hayamos molestado. Si se nos seca, cómo no, el bonsai será que la semana pasada hizo calor (aunque tal vez llevemos dos años sin abonarlo).

d. La *covariación cualitativa* entre causa y efecto. Las variables relevantes serán aquellas que covaríen con el efecto. Si cada vez que tengo fiebre y dolor de cabeza tomo un antibiótico, por más que me digan los médicos lo contrario creeré que los antibióticos curan la gripe (ya que nunca haré la experiencia "científica" de controlar esa variable para ver qué sucede). Si en cambio el médico me receta un antibiótico que debo tomar durante una semana y en cuanto cesa la fiebre y el dolor dejo de tomarlo, porque si no hay síntomas, no hay enfermedad. Muchas ideas supersticiosas se basan también en esta regla igual que muchos rituales extravagantes que adquirimos cuando aprendemos a manejar aparatos (le damos a cuatro teclas para conseguir que salga el teletexto en la pantalla cuando en realidad bastaba con una de ellas).

e. La *covariación cuantitativa* entre causa y efecto. Cuando se incrementa la causa ésta debe aumentar proporcionalmente, y viceversa. Si tenemos una cazuela con agua hirviendo y aumentamos la intensidad del fuego, la mayor parte de la gente cree que aumenta la temperatura del agua. Igualmente, para calentar más rápidamente la casa suele subirse al máximo la temperatura con el termostato. Los alumnos creen que la velocidad de caída de los objetos aumenta con el peso, ya que los objetos, todo el mundo lo sabe, caen por su propio peso.

Estas reglas estarían muy vinculadas al funcionamiento del sistema cognitivo humano como procesador de información con recursos limitados (por ejemplo, atencionales) y que, por tanto, restringe el espacio de búsqueda ante una situación de incertidumbre. Normalmente funcionarían de modo mecánico o inconsciente y vendrían a coincidir básicamente con las leyes del aprendizaje asociativo (Pozo, en prensa).

Aunque se utilizarían en todos los dominios del conocimiento, se reflejan especialmente en nuestras teorías sobre el funcionamiento del mundo natural. Como hemos visto en los ejemplos, buena parte de nuestra física y química intuitiva, pero también nuestras ideas sobre la salud y la enfermedad, se apoyan en este tipo de reglas. Un rasgo de estas ideas es que presentan una mayor universalidad, a través de culturas y edades, que los otros tipos de ideas que se analizan a continuación. Otro rasgo característico es que suelen ser conocimientos más implícitos que explícitos. Muchas veces es algo que sabemos hacer, pero difícilmente decir, verbalizar. Buena parte de las ideas de los estudiantes no son conocimientos verbales sino "teorías en acción", reglas de actuación, verdaderos procedimientos (Karmiloff-Smith, 1992; Pozo y cols., 1991).

## Origen cultural: las concepciones sociales

A diferencia de las reglas que acabamos de analizar, estas concepciones no tendrían su origen tanto en la interacción directa, sensorial, con el mundo, como en el entorno social y cultural, de cuyas ideas se impregnaría el alumno. La cultura es, entre otras muchas cosas, un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales, de modo que la educación y la socialización tendrían entre sus metas prioritarias la asimilación de esas creencias por parte de los individuos. Dado que el sistema educativo no es hoy el único vehículo -y a veces ni siquiera el más importante- de transmisión cultural, los estudiantes accederían a las aulas con creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos. Hay ciertos modelos, como el de contagio en la transmisión de enfermedades, o los de gasto y consumo (de energía, de recursos naturales, etc.), que aparecen de modo recurrente en nuestra cultura, bien por transmisión oral, bien por su presentación a través de los medios de comunicación. Como vemos, estos modelos están bastante vinculados a las reglas anteriores (en la medida en que significativamente tienden a respetarlas), pero tienen un origen más lingüístico y cultural, por lo que, al contrario que las anteriores, muchas veces se verbalizan con más facilidad y en cambio es más difícil convertirlas en pautas de acción. Son bastante frecuentes en ciertas áreas del conocimiento biológico que son culturalmente significativas, más próximas a las dimensiones del mesocosmos (ideas sobre salud y enfermedad, nutrición, reproducción, pero también las relaciones con el medio ambiente, el clima, etc.).

Otro rasgo característico del aprendizaje de la ciencia en nuestra sociedad es que, en vez de tener que buscar activamente la información con que alimentar nuestra ansia de predicción y control, estamos siendo atiborrados, sobrealimentados de información (Pozo, en prensa). En nuestra cultura, la información fluye de modo mucho más dinámico pero también menos organizado. El alumno es bombardeado por diversos canales de comunicación que proporcionan, sin apenas filtro, conocimientos supuestamente científicos, que, sin embargo, pueden ser poco congruentes entre sí. En este sentido cabría esperar que la escuela, en lugar de considerarse la única fuente de información científica, sirviera más para integrar o reinterpretar esas diversas fuentes, permitiendo un uso más discriminativo o reflexivo de las mismas. La aceptación acrítica de toda la información científica presentada por canales divulgativos puede producir más ruido o confusión que conocimiento, si no se sabe filtrar adecuadamente esa información.

La presentación fragmentada, poco coherente, o incluso contradictoria, de distintas informaciones, en vez de aumentar la capacidad de predicción y control la reduce. En la cultura del *zapping* informativo, una cultura hecha de retazos de conocimiento, se necesitan conocimientos con los que relacionar y dar significado a esa información junto con estrategias para buscar, seleccionar y reelaborar la información. La educación científica debe dotar a los alumnos y alumnas de procedimientos eficaces no sólo para explorar su entorno, yendo más allá de esas reglas simplificadoras que veíamos antes, sino también de procedimientos para manejar y controlar el flujo informativo. No sólo hay que enseñar procedimientos para hacer ciencia, sino también para aprender ciencia (Pozo, Postigo y Gómez Crespo, 1995). Y junto con ello hay que generar, en la escuela, estructuras de conocimiento que permitan integrar ese caudal informativo. Es otra fuente fundamental de ideas para los estudiantes.

## Origen escolar: las concepciones analógicas

Cuando se habla de las ideas del alumnado suele pensarse implícitamente en las dos fuentes que acabamos de mencionar, olvidándose con frecuencia la importancia de los aprendizajes escolares en la generación de ideas que van a influir a su vez en posteriores aprendizajes. Únicamente se suele hacer mención a esta fuente para referirse a posibles "errores" conceptuales de los alumnos que tienen aparentemente su origen en la propia enseñanza recibida. Presentaciones deformadas o simplificadas de ciertos conceptos conducen a una comprensión errónea, desviada, que no hace sino reflejar la información o la interpretación recibida.

Pero con más frecuencia las ideas que los estudiantes obtienen del conocimiento escolar no se limitan a reflejar errores conceptuales presentes en los libros de textos o las explicaciones recibidas. Más bien reflejan un "error" didáctico en la forma en que se les presentan los saberes científicos. Al no presentarse el conocimiento científico como un saber diferente de otras formas de saber, los alumnos y alumnas tienden a asimilar esos conocimientos escolares, de forma analógica, a sus otras fuentes de "conocimiento científico" sobre el mundo. La consecuencia más directa es una incompreensión de la propia naturaleza del discurso científico, al confundirlo y mezclarlo con su conocimiento sensorial y social. En otras palabras, los modelos científicos (usualmente referidos a estructuras no observables del macrocosmos o del microcosmos) con referentes comunes. El alumno concibe como análogos, sistemas de conocimiento que son complementarios, pero diferentes. Así, a la estructura microscópica de la materia se le atribuyen propiedades macroscópicas, y viceversa (véase el artículo de Gómez Crespo, págs. 37, en este mismo número). Se confunde el movimiento, algo directamente observable, perteneciente al mesocosmos, con la fuerza, una entidad no observable, se "sustancializa" (es decir se convierte en objeto material, del mundo real) la energía (véase el artículo de Varela, págs. 45), se confunde el fenotipo (con rasgos observables pertenecientes al mesocosmos) con el genotipo (un concepto referido a microcosmos), etc.

Esta indiferenciación entre niveles de análisis de la realidad (entre el conocimiento científico y otras formas de saber) está, en nuestra opinión, en el origen de buena parte de las ideas con las que los estudiantes transitan por el sistema escolar, sin que se detecte muchas veces su inadecuada asimilación. En realidad, muchos alumnos y alumnas adquieren las "piezas" del conocimiento escolar y cuando son evaluados mediante sistemas de evaluación que fragmentan el conocimiento (*tests* de opción múltiple o tareas muy contextualizadas) o simplemente piden su reproducción aparentan dominar ese conocimiento. En realidad tienen las piezas pero no saben encajarlas en ningún mapa o pretender encajarlas en todos a la vez. Para hacer evolucionar las ideas de los alumnos no es necesario darles más ideas sino proporcionales modelos o teorías alternativos en las que integrar esas ideas, haciéndoles reflexionar sobre los diferentes niveles de análisis del mundo en el que vivimos (Pozo, 1994). Del mismo modo en que si vamos a Roma podemos usar diferentes mapas de la ciudad (del metro, callejero, monumental, etc.) según nuestros objetivos en cada momento, lo importante es que los alumnos sepan usar los diferentes mapas o niveles de conocimiento en lugar de mezclarlos en un único y confuso modelo.

## ADÓNDE VAN LAS IDEAS DEL ALUMNADO... Y CÓMO LLEVARLAS ALLÍ

Hay muchas formas distintas de tratar las ideas de los alumnos en el currículo de ciencias, dependiendo no sólo de cuál creamos que es su pasado o su origen, sino sobre todo de cuál creamos que deba ser su futuro y su función didáctica. Ello a su vez dependerá de las relaciones que existan en nuestra opinión entre el conocimiento intuitivo y el conocimiento científico. Sin extendernos en esas relaciones (Pozo, 1994) podríamos resumir los diversos enfoques didácticos posibles en tres principales (que a su vez admitirían muchas variantes):

1. La separación entre las ideas de los alumnos y el conocimiento científico, o *dejar las cosas como están*. Se trataría de enseñar la ciencia al margen o con independencia de las ideas que tengan los alumnos, asumiendo que son dos tipos de conocimiento con finalidades claramente distintas. Esta es una opción cómoda, por eso es frecuente, pero ineficaz, ya que los estudiantes no separan ambas formas de conocimiento, dado que no las diferencian conceptualmente. En lugar de cambiar sus ideas previas y asimilar las teorías científicas, asimilan las teorías científicas, en un revuelto teórico, a las ideas que ya tenían.

2. Partir de las ideas de los alumnos para que las abandonen en favor de las teorías científicas o *cambiar un conocimiento por otro*. Es lo que podríamos llamar la versión clásica de los modelos de cambio conceptual, basados en la activación de ideas previas, generación de conflictos cognitivos, mostrando la insuficiencia de esas ideas, y resolución de los mismos mediante la sustitución de esas ideas por un conocimiento científico con mayor poder explicativo. Sin embargo, esa sustitución resulta muy difícil, ya que, como hemos visto, las ideas de los alumnos están muy enraizadas no sólo en su mesocosmos sino también en su cultura (no podemos "abandonar la idea de que "sale el sol" cada mañana, por más que sepamos que es la Tierra la que se mueve). Esta alternativa ha resultado demasiado ingenua y directa, según se comienza a admitir ahora (Pozo, 1994).

3. Queda una última opción razonable, *diferenciar e integrar diversos sistemas de conocimiento*, asumiendo que se corresponden con diversos niveles de análisis. Como hemos visto anteriormente, la educación científica debería servir hoy para proporcionar modelos, moldes, en los que incluir y organizar buena parte del conocimiento al que los alumnos acceden por otras vías. Frente al conocimiento fragmentario y en buena medida inconsciente, pero con un alto valor predictivo, con que llegan los estudiantes al aula, hay que hacerles *reconstruir*, a través de la reflexión y la diferenciación conceptual aplicada a la solución de problemas, modelos y teorías más próximos al conocimiento científico, que tendrían el valor añadido de explicar lo que los conocimientos intuitivos muchas veces sólo logran predecir: cómo está organizado el mundo

que nos rodea. Ese valor explicativo es posible gracias al uso, no sólo de una metodología alejada de las reglas del conocimiento cotidiano, sino también de ciertas estructuras conceptuales propias del discurso científico y ajenas por completo a la lógica del conocimiento cotidiano, como son las interpretaciones en términos de interacción, conservaciones no observables o razonamientos cuantitativos rigurosos (véase su aplicación a la química en el artículo de Gómez Crespo, pág. 37, en este mismo número).

En definitiva se trataría de que, sin abandonar necesariamente esas ideas con las que llegan a la escuela, que tanto sentido tienen en muchas situaciones cotidianas y que nosotros aún seguimos usando a diario, los alumnos construyeran un conocimiento científico en el que integrarlas, que asimilaran el conocimiento intuitivo en el científico, y no al revés, como sucede habitualmente con buen parte de los aprendizajes escolares sobre la ciencia.

## **Bibliografía**

BLACK, P.J.; LUCAS, M. (Eds.) (1993): Children's informal ideas in science. Londres: Routledge.

CLAXTON, G. (1991): Educating the inquiring mind. The challenge for school science. Londres: Harvester. Trad. cast. Educando mentes curiosas. Madrid: Visor, 1994.

KARMILOFF-SMITH, A. (1992): Beyond modularity. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press. Trad. cast. Más allá de la modularidad. Madrid: Alianza, 1994.

POZO, J.I. (1994): El cambio conceptual en el conocimiento físico y social: del desarrollo a la instrucción. En: M.J. Rodrigo (Ed.) Contexto y Desarrollo Social. Madrid: Síntesis.

POZO, J.I. (en prensa). Aprendices y maestros. Madrid: Alianza.

POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. (1994): La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza. En: J.I. Pozo (ed.) Solución de problemas. Madrid: Santillana/Aula XXI.

POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A.; LIMÓN, M.; SANZ, A. (1991): Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia. Madrid: Servicio de Publicaciones del MEC.

POZO, J.I.; POSTIGO, Y.; CRESPO, M.A. (1995): Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. Alambique 5, 16-26.

RODRIGO, M.J.; RODRÍGUEZ, A.; MARRERO, J. (Eds.) (1993): Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano. Madrid: Visor.

## **Dirección de contacto**

Juan Ignacio Pozo  
Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid. Tel.: 91/397 51 92. E-m: pozomun@ccuam3.sdi.uam.es

---

1. Las ideas presentadas en este artículo están siendo desarrolladas dentro de un Proyecto de Investigación financiado por la DGICYT con el número PB94-0188, del que el autor es investigador principal.